

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-153722

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 平成2年(1990)6月13日  
B 29 C 67/00 6845-4F  
// B 29 C 35/08 8415-4F  
C 08 F 2/46 MDH 8215-4J  
審査請求 有 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 光学的造形法

⑰ 特 願 平1-249626  
⑱ 出 願 昭59(1984)5月23日  
⑲ 特 願 昭59-105355の分割

⑳ 発 明 者 丸 谷 洋 二 大阪府貝塚市水間457-1  
㉑ 出 願 人 大 阪 府 大阪府大阪市中央区大手前2丁目1番22号  
㉒ 代 理 人 弁理士 三 枝 英 二 外1名

## 明 細 書

発明の名称 光学的造形法

## 特許請求の範囲

- ① 光により硬化する光硬化性流動物質を容器内に収容し、光エネルギーが前記物質の硬化に必要なエネルギーレベルをもって点状に集中するように光照射を行ないつつ、該光エネルギー集中箇所を前記容器に対し水平及び垂直方向に造形対象の形状に応じて相対移動させ所望形状の固体を得ることを特徴とする光学的造形法。
- ② 前記光硬化性流動物質中に、光出射端を実質上半球状とした導光体を挿入し、該導光体を通じて光照射を行なうことにより前記出射端前方に光エネルギーの集中箇所を形成し、該出射端を前記容器に対し相対移動させることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の光学的造形法。
- ③ 前記光硬化性流動物質を、上方からの光照射

により該物質上下面に及ぶ連続した硬化部分が得られる深さとなるように容器に収容し、該光硬化性物質の上方から光学レンズを介して光を照射することにより光エネルギーの集中箇所を前記物質中に位置せしめて該物質上下面に及ぶ硬化部分を形成し、更に前記光硬化性物質を、前記硬化部分上に前記深さに相当する深さをなすように付加し、該光硬化性物質の上方から前記物質の付加された深さ部分へ前記光エネルギーの集中箇所を移動させて前記硬化部分から連続して延びた硬化部分を形成し、これら光硬化性物質の付加及び硬化部分の形成を繰り返して所望形状の固体を形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の光学的造形法。

- ④ 上下方向に透光性を有する中空又は中実の有底体を容器内の前記光硬化性流動物質中に没入することにより該有底体の底面と前記容器底の上面との間に、上方からの光照射により前記物

質上下面に及ぶ連続した硬化部分が得られる深さとなるように前記物質を収容し、前記有底体の上方から光学レンズを介して光を照射することにより光エネルギーの集中箇所を前記物質中に位置せしめて前記底面及び上面間の前記物質上下面に及ぶ硬化部分を形成し、その後前記有底体を若干引き上げるることにより前記硬化部分上面と前記有底体底面との間に、前記深さに相当する深さをなすように前記有底体周囲の前記物質を付加し、前記有底体の上方から前記物質の付加された部分へ前記光エネルギーの集中箇所を移動させて前記硬化部分から連続して延びた硬化部分を形成し、これら光硬化性物質の付加及び硬化部分の形成を繰り返して所望形状の固体を形成することを特徴とする特許請求の範囲第3項に記載の光学的造形法。

- ⑤ 前記光硬化性流動物質に、予め顔料、セラミック粉、金属粉等の改質用材料を混入したもの

を使用することを特徴とする特許請求の範囲第1項から第4項のいずれかに記載の光学的造形法。

#### 発明の詳細な説明

##### 産業上の利用分野

本発明は、光及び光硬化性流動物質を用いて行なう光学的造形法に関する。

##### 従来の技術及びその問題点

従来、鋳型製作時に必要とされる製品形状に対応する模型、或いは切削加工の倣い制御用又は形彫放電加工電極用の模型の製作は、手加工により、或いはNCフライス盤等を用いたNC切削加工により行なわれていた。しかしながら、手加工による場合は多くの手間と熟練とを要するという問題が存し、NC切削加工による場合は、刃物の刃先形状変更のための交換や磨耗等を考慮した複雑な工作プログラムを作る必要があると共に、加工面に生じた段を除くために更に仕上げ加工を必要と

する場合があるという問題が存していた。

このような問題の解決を図るべく光硬化性樹脂薄層をマスクングにより選択的に繰返し光照射することにより所望の立体を得る方法が提案されている。これは、先ず極めて浅い光硬化性樹脂に上方又は下方から光照射をするにあたり、得ようとする立体物の水平断面形状に相当する光透過部分を有したマスクングフィルムを光硬化性樹脂の手前に配置し、この照射により所望断面形状の薄層硬化部分を得、これに連続する水平断面形状について、光硬化性樹脂の深さを僅かずつ増しマスクングフィルムを順次取替えては光照射を繰返すことにより、所望の立体を得るものである。しかしながら、この方法においては、次の難点がある。

- I) 得ようとする立体の水平断面形状毎のマスクングフィルムを製作しなければならず、これに手間と時間とを必要とする。特に曲面の平滑さを得るには、立体の分割数を増す必要があり、

これに連れてマスクングフィルムが多数必要となり、製作時間及び費用が膨大となる。

- II) 高い寸法精度の立体を得るには、マスクング形状を正確に反映する平行光の照射が必要であり、これに伴って、大型立体の造形の困難性、使用光の種類の限定という制約が生じる。

- III) 照射が平行光で行なわれるので、樹脂の硬化の制御は、水平方向についてはマスクングで行ない得るが、鉛直方向においては樹脂による光エネルギーの吸収、すなわち光エネルギーの到達深度に委ねざるを得ず精度の点で劣ることとなる。

- IV) マスクングにより照射光の一部を遮るので、光の利用効率が低い。

- V) 目的形状の水平断面全体を同時に光照射し硬化させるので、収縮歪が全体的に一斉に生じ、割れや変形を発生させるおそれがある。

本発明は、これら従来技術の問題点を解消し、

鋳型製作用、微細加工用、彫彫放電加工用の模型を、たとえ複雑な形状であっても刃物等工具の交換を必要とすることなく容易に且つ精度よく製作することができるのみならず、他の種々の定形物の製造にも適用することができ、しかも製作に要する時間及び費用が少なくて済む造形法を提供することを目的とする。

#### 問題点を解決するための手段

本発明の前記目的は、光により硬化する光硬化性流動物質を容器内に収容し、光エネルギーが前記物質の硬化に必要なエネルギーレベルをもって点状に集中するように光照射を行ないつつ、該光エネルギー集中箇所を前記容器に対し水平及び垂直方向に造形対象の形状に応じて相対移動させ所望形状の固体を得ることを特徴とする光学的造形法により達成される。

前記光硬化性物質に対し、硬化に必要なエネルギーレベルをもって点状に集中して光照射を行な

うには、前記光硬化性流動物質中に光出射端を実質上半球状とした導光体を挿入し、該導光体を通じて光照射を行なうことにより前記光出射端前方に光エネルギーの集中箇所を得ることができ、前記容器と該光出射端とを相対的に移動しつつ該導光体から光照射をなすことにより所望形状の固体を得ることができる。

前記導光体は、石英、ガラス又は合成樹脂のファイバ若しくはロッドとすることができる。紫外光を用いる場合は、石英製のものとするのが望ましい。

前記所望形状の固体の形成は、前記光硬化性流動物質を、上方からの光照射により該物質上下面に及ぶ連続した硬化部分が得られる深さとなるように容器に収容し、該光硬化性物質の上方から光学レンズを介して光を照射することにより光エネルギーの集中箇所を前記物質中に位置せしめて該物質上下面に及ぶ硬化部分を形成し、更に前記光

硬化性物質を、前記硬化部分上に前記深さに相当する深さをなすように付加し、該光硬化性物質の上方から前記物質の付加された深さ部分へ前記光エネルギーの集中箇所を移動させて前記硬化部分から連続して延びた硬化部分を形成し、これら光硬化性物質の付加及び硬化部分の形成を繰り返すことにより行なうことができる。

このような繰返しによる固体の形成は、例えば、上下方向に透光性を有する中空又は中実の有底体を容器内の前記光硬化性流動物質中に浸漬することにより該有底体の底面と前記容器底の上面との間に、上方からの光照射（例えばレーザ光照射）により前記物質上下面に及ぶ連続した硬化部分が得られる深さとなるように前記物質を収容し、前記有底体の上方から光学レンズを介して光を照射することにより光エネルギーの集中箇所を前記物質中に位置せしめて前記底面及び上面間の前記物質上下面に及ぶ硬化部分を形成し、その後前記有

底体を若干引き上げることにより前記硬化部分上面と前記有底体底面との間に、前記深さに相当する深さをなすように前記有底体周囲の前記物質を付加し、前記有底体の上方から前記物質の付加された部分へ前記光エネルギーの集中箇所を移動させて前記硬化部分から連続して延びた硬化部分を形成し、これら光硬化物質の付加及び硬化部分の形成を繰返して所望形状の固体を形成するというように行なうことができる。

前記光硬化性流動物質としては、光照射により硬化する種々の物質を用いることができ、例えば変性ポリウレタンメタクリレート、オリゴエステルアクリレート、ウレタンアクリレート、エポキシアクリレート、感光性ポリイミド、アミノアルキドを挙げることができる。

前記光としては、使用する光硬化性物質に応じ、可視光、紫外光等種々の光を用いることができる。該光は通常の光としてもよいが、レーザ光とする

ことにより、エネルギーレベルを高めて造形時間を短縮し、良好な集光性を利用して造形精度を向上させ得るという利点を得ることができる。

また、前記光硬化性流動物質に、予め顔料、セラミックス粉、金風粉等の改質用材料を混入したものを使用してもよい。

#### 実 施 例

以下に、本発明の実施例を添付図面と共に説明する。

第1図は本発明方法を実施するための装置の1例を示している。該装置は、光硬化性流動物質(4)を収容する容器(1)と、光源装置(2)と、該光源装置から発せられる光を容器(1)中の光硬化性物質(4)に導く導光体(3)と、容器(1)及び導光体(3)を相対的に移動させる位置制御装置(5)とを備えている。容器(1)は、得ようとする造形体を収容しうる寸法形状を有した適宜のものとして行うことができる。光源装置

(2)及び導光体(3)は、容器(1)外に固定されている。導光体(3)は石英ファイバであり、光の入射効率向上及び出射時の点状集光のため、両端は酸水素炎によって溶融され半球状となっている。位置制御装置(5)は容器(1)を支持しており、容器(1)を水平及び垂直方向に制御しつつ移動するようにされている。この制御は、NC等の自動制御や入手による制御、或いは定速化等、適宜に行なうことができる。

本装置を用いて造形を行なうには、まず容器(1)に光硬化性物質(4)を適当量入れ、導光体(3)の先端(3a)を容器(1)底面に接近させた状態で光源装置(2)からの光を出射させる。光は出射端前方に点状に集中するので入射光強度を調節することにより該光集中箇所のみで物質(4)の硬化を行なわせることができる。この状態で位置制御装置(5)により容器(1)を移動させて容器(1)底面に接した硬化部分を形成

する。続いて容器(1)を若干下降させた後、或いは漸次下降させつつ、水平方向に移動させて前記硬化部分に連続する硬化部分を形成する。このようにして容器(1)を適切に移動させつつ硬化部分を連続的に形成していくことにより、所望形状の固体(6)を得ることができる。また得ようとする造形体の形状によっては、第1図に示すように、適切な台(7)を容器(1)中に配置しておき、容器底面からの造形とは別個に台(7)上からも造形を行ない、2つの硬化部分を連続せしめてもよい。

位置制御装置は容器(1)と導光体(3)とを相対的に水平及び垂直に移動させうるようにされていればよく、前記実施例のものに代えて、導光体(3)を移動させるもの、容器(1)、導光体(3)を水平方向、垂直方向のいずれか一方に分担させて移動させるもの等任意に構成することができる。

次に本発明方法の他の実施例を第2図に沿って説明する。先ず第2図(a)に示すように光硬化流動物質(4)を適当な深さとなるように容器(1)に入れ、第2図(b)に示すように該物質(4)上方から光学レンズ(20)を介して光を照射することにより光を物質(4)中に集中させる。この状態で光の集中箇所を容器に対して移動し、得ようとする造形体の形状に対応して選択的に光照射を行なう。このとき物質(4)の深さは、該光照射により物質(4)上下面に及ぶ連続した硬化部分(60)が得られる深さとする。これ以上の深さとなると、容器(1)底面から遊離して形成された硬化部分の沈降等を生じ、正確な造形体が得られなくなる。次に第2図(c)に示すように、光硬化性物質(4)を更に付加し、第2図(d)に示すように該物質(4)上方から選択的に光照射を行なう。このとき物質(4)は、前記硬化部分(60)上に前述と同様の深さをなすよ

うに付加される。また光照射は、新たに形成される硬化部分(61)が、前に形成された硬化部分(60)に連続するように行なわれる。更に、これら光硬化性物質(4)の付加及び光照射による硬化部分の形成を繰返すことにより、所望形状の固体を形成することができる。光源装置は複数用いてもよく、光照射を光ファイバ等の導光体を用いて行なってもよいのは勿論である。また選択的に光照射は、前の例の如く、光源装置と容器とを相対的に移動させる位置制御装置により行なうことができる。

なお、第2図に示した例の変形として、次の例を挙げることができる。先ず、第3図(a)に示すように容器(1)内の光硬化性流動物質(4)中に、液密な底壁及び側壁を備えた箱状の有底体(9)を浸漬し、有底体(9)の底面(90)と容器底の上面(10)との間に一定深さの光硬化性流動物質(4)が収容された状態とする。この

第3図(d)に示すように、有底体(4)上方から硬化部分(60)に連続した硬化部分(61)が得られるように、前述の如く集光して選択的に光照射を行なう。更に、このような有底体(9)の引上げによる底面(90)下方への光硬化性物質(4)の付加及び光照射による硬化部分の形成を繰返すことにより、所望形状の固体が得られる。この例では、有底体(9)及び光源装置(2)を上昇させるものを示したが、これに代えて、容器(1)を下降させるようにしてもよいのは勿論である。いずれにしても、これらの相対位置の変化は適宜の位置決め機構によつて制御することができる。

第3図の例によれば、硬化すべき光硬化性物質(4)の液面は有底体底面(90)により覆われるので、空気中の成分や埃等、容器中の雰囲気による影響を防止するという利点を得られる。

以下に本発明方法の実験例を示す。

深さは、前述の如く、上方からの光照射により物質(4)上下面に及ぶ連続した硬化部分を得られる深さである。この状態で、第3図(b)に示すように、有底体(9)の上方から光学レンズ(20)を介して光を照射することにより光を物質(4)中に集中させて選択的に光照射を行ない、硬化部分(60)を得る。このため、有底体(9)の底壁は照射光に対する透過性を有したものとされる。次に第3図(c)に示すように、有底体(9)を若干上方に引き上げる。これにより、有底体(9)周囲の物質(4)が、有底体(9)下方に流入し付加される。該引き上げ量は、既にある硬化部分(60)上面と有底体底面(90)との間に付加される物質(4)の深さが、前述と同様の深さとなるように決められる。また、光源を構成するレンズ(20)と有底体底面(90)との距離を一定に保つために、光源装置(2)は有底体(9)と同じ距離上昇せしめられる。その後、

#### 【実験例1】

出力20mWの光源から発せられた波長3250のヘリウム・カドミウムレーザ光を、焦点距離20mmの石英レンズで集光し、第2図に示した方法に基づいて、直径11mm、高さ14mm、厚さ0.2mmの円筒を造形した。この場合には、光硬化性物質を収容した容器を垂直軸線まわりに等速回転させつつ、光源装置を垂直に上昇させるという簡単な操作で、精度良好な円筒が得られた。なお、使用した光硬化性物質及び造形に要した時間を表1に示す。

表 1

使用した光硬化性物質	造形に要した時間
米国ノーランド社製 光硬化性樹脂No.63	約 12分
米国ノーランド社製 光硬化性樹脂No.61	約 33分
(株)スリーボンド社製 光硬化性樹脂No.3021	約170分

## 〔実験例2〕

光源として実験例1と同じものを用い、導光体として直径0.125mmの藤倉電線(株)製石英ファイバSM100-SYを使用して、実験例1と同じ寸法形状の円筒を造形した。石英ファイバは、両端を酸水素炎によって溶融し直径0.2mm程度の半球状としたものを用いた。これにより、光硬化性物質を収容した容器を垂直軸線まわりに回転させつつ、導光体先端を垂直に上昇させるという簡単な操作で、精度良好な円筒が得られた。使用した光硬化性物質は実験例1と同じものであり、造形に要した時間も略同じであった。

## 発明の効果

以上から明らかな如く、本発明によれば、導光体や集光レンズ等を介して光硬化性流動物質に、硬化に必要な光エネルギーが点状に集中するように照射を行ない該集中箇所を前記物質の収容容器に対して相対移動させることにより、所望形状

の収縮をしても、収縮による体積減少分は周囲の未硬化物質の供給で補われ、従って広範囲を同時に硬化させる場合の如き硬化歪や割れ等の不都合を生じない。

本発明方法は、以上の説明から理解されるように鋳型製作用、鍛い加工用、形彫放電加工電極用の模型の製作のみならず、他の種々の定形物の製造にも適用しうるものである。更に、光硬化性物質中に顔料、金属粉、セラミック粉等を分散させて造形を行えば、装飾効果、導電性、耐摩耗性など種々の特徴を備えた製品を製造することも可能である。この場合には、造形された物体は、模型や母型としては勿論、種々の用途に応じて使用することができる。

## 図面の簡単な説明

図は本発明の実施例を説明するためのもので、第1図は、1例を実施するための装置を概略的に示す縦断正面図、第2図は他の例の実施状況を順

の固体を形成することができるので、たとえ複雑な形状のものであっても、工具の交換や摩耗を考慮することなく容易に製作することができ、また、複雑な内孔構造をもった部材をも1回のプロセスで製造できる。従って製作を数値制御等により自動化する場合にプログラムの簡易化を図ることができる。

本発明では特に、照射光を点状に集中するので、該集中箇所が高エネルギーが得られ硬化の迅速化が可能となる。また該集中箇所での硬化が行なわれるので、水平方向のみならず鉛直方向にも硬化領域の正確な制御が可能となり造形精度が良好となる。

従って、前述の従来の例の如きマスキングフィルムを必要とせず、造形に必要な時間及び費用が少なく済む。しかもマスキングによる遮光がないので光の利用効率が良い。また硬化反応は常に狭い一点で生じるので、光硬化硬化質が硬化に伴

番に示す説明図、第3図は更に他の例の実施状況を順番に示す説明図である。(1)……容器

(2)……光源装置

(3)……導光体

(4)……光硬化性流動物質

(6)……所望形状の固体

(9)……有底体

(60)、(61)……硬化部分

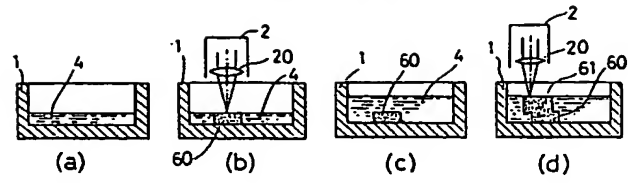
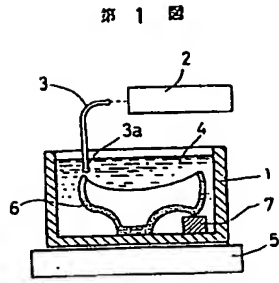
(90)……有底体底面

(以上)

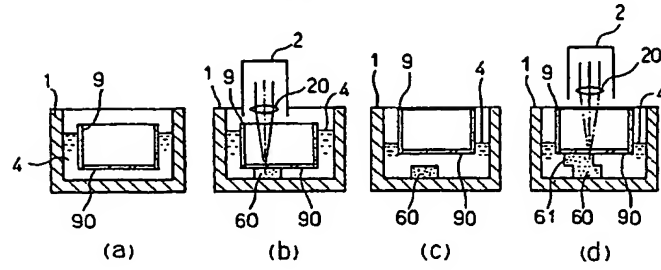
代理人 弁理士 三 枝 英 二



第 2 圖



第 3 圖



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**